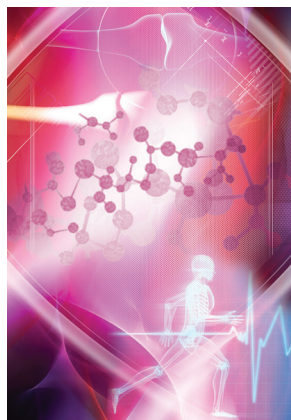


ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ: СТАВКА НА РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ



П.С. ЧУБИК,

*д. т. н., профессор,
ректор Национального
исследовательского Томского
политехнического университета*



На современном этапе развития стратегической целью Томского политехнического университета (ТПУ) является его становление и развитие как исследовательского университета – одного из мировых лидеров в области ресурсоэффективных технологий, решающих глобальные проблемы человечества на пути к устойчивому развитию.

ТРЕНДЫ

Ресурсоэффективность становится сегодня наиболее важным фактором устойчивого экономического роста в мире. Существующая модель мира, ориентированная на неограниченное потребление, все чаще сталкивается с ресурсными ограничениями. По данным аналитиков Глобального инсти-

тута McKinsey (MGI), представленным в докладе «Революция в ресурсоэффективности: как удовлетворить мировые потребности в энергоносителях, промышленных материалах, продовольствии и воде», за последние 25 лет на Земле было использовано столько же топливно-энергетических ресурсов, сколько за всю предыдущую историю человечества.

По мере истощения традиционных запасов нефтегазодобыча постепенно смещается в сторону таких источников сырья, как сланцы и глубоководные месторождения. Извлечение из них углеводородов является технологически более сложным и более затратным процессом.

Увеличиваются геологические сложности при добыче метал-

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY FOCUSES ON RESOURCE EFFICIENCY

PETR CHUBIK

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Rector of National Research Tomsk Polytechnic University*

At the present stage of Tomsk Polytechnic University (TPU) development its strategic goal is establishment and development of TPU as a research university – one of the world's leaders in the field of resource-efficient technologies that solve global issues of the mankind on the way to sustainable development.

TRENDS

Resource efficiency is becoming the most important factor for sustainable economic growth all over the world. The current world model focused on unlimited consumption encounters resource constraints. According to McKinsey Global Institute (MGI) data presented in the report «Resource Revolution: Meeting the World's Energy, Materials, Food and Water Needs» the amount of fuel and energy resources that have been used over the past 25 years is comparable to the amount used in all previous history of the mankind. While the traditional reserves are depleting, oil and gas production is gradually turning to non-traditional resources, such as shale and deepwater deposits. Hydrocarbon exploration is technologically more complex and more cost-effective process.

Geological conditions for metalliferous ore extraction are becoming more complex, ore deposits are being exhausted twice as much in comparison to the growth of demand in metal. Mining companies have to mine in new locations that can represent low-grade deposits and are located in difficult to access regions.

The volume of global provision supplies is at low level. It is

expected that over the next 20 years the demand for provisions will grow by 35%, especially in Asian and African countries.

Experts believe that the situation in raw material markets will aggravate in the coming years. Hence, they call for the radical revision of the approach to the use of resources and a revolution in resource efficiency in order to meet the rapidly growing needs.

(mckinsey.com/insights/energy-resources/materials/resource-revolution).

It is vital to bear in mind that in today's world the needs for natural resources are rapidly changing as well as the needs for human, financial and information resources.

The transition to a resource efficient economy faces the fundamental challenge: it is



necessary to develop technologies that will allow to reduce the use of resources in production and consumption as well as ensure reserves replacement.

The developed countries are well aware of the importance of resource efficiency issues, which

В XX веке 

**Использование
топливно-энергетических ресурсов**





лических руд, запасы рудных месторождений истощаются в два раза быстрее, чем растет спрос на металлы, горнодобывающим компаниям приходится разрабатывать новые месторождения, которые не только хуже по своему качеству, но и расположены в более труднодоступных местах.

Объем глобальных запасов продовольствия находится на низких уровнях. Ожидается, что в течение следующих 20 лет спрос на продовольствие, в особенности со стороны стран Азии и Африки, вырастет на 35 %.

Эксперты полагают, что ситуация на сырьевых рынках в ближайшие годы будет усложняться, обосновывают необходимость кардинально пересмотреть подход к использованию ресурсов, чтобы не отстать от стремительно растущих потребностей в них, призывают к «революции» в ресурсоэффективности.

(mckinsey.com/insights/energy_resources_materials/resource_revolution)

Нельзя забывать, что сегодня в мире интенсивно меняются потребности не только в материальных, но и в других видах ресурсов: трудовых, финансовых, информационных.

Переход к ресурсоэффективной экономике зависит от решения принципиальной задачи по выработке подходов, позволяющих сократить использование ресурсов при производстве

и потреблении и обеспечить их воспроизводство.

О понимании важности фактора ресурсоэффективности свидетельствует поворот в экономической политике наиболее развитых стран, осуществляемый в последние годы. С 2010 года ресурсоэффективность становится приоритетным направлением для стран Европейского союза (ЕС).

В 2011 году Европейская комиссия опубликовала «Стратегический план повышения ресурсоэффективности», в котором изложены рекомендации по установлению в европейских странах ресурсоэффективной экономики. Европа заявляет: нашим преимуществом в XXI веке станет принцип «делать больше и использовать меньше».

(europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1046_en.htm?locale=en).

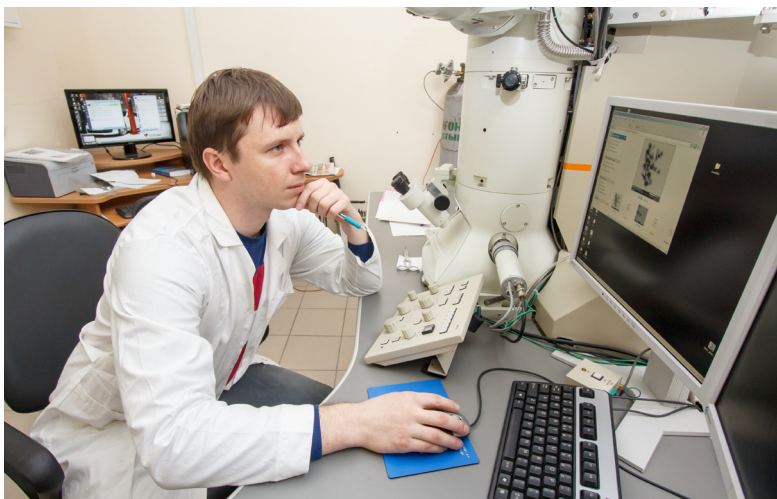
Низкая эффективность использования ресурсов в Российской

Федерации снижает конкурентоспособность отечественной промышленности и не способствует повышению качества жизни россиян. Национальный масштаб этой проблемы обусловлен несовершенством технологических и управленческих процессов, износом материально-технической базы, отсутствием традиций ресурсоэффективности, укоренившимися представлениями о «неисчерпаемости» ресурсов и др. Такое отношение надо менять. Необходима «прививка» ресурсоэффективности, твердая и последовательная государствен-

С 2010 ГОДА РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАНОВИТСЯ ПРИОРИТЕТНЫМ НАПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ СТРАН ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА (ЕС).

ная политика, направленная на совершенствование структуры потребления ресурсов, их более глубокую переработку, увеличение доли эффективных технологий во всех отраслях.

Преодоление сложившегося отставания от стран ЕС, особенно за последние два десятилетия, и успешное инновационное развитие России в рамках шестого технологического уклада требуют кардинальной технологической модернизации от-





is confirmed by the changes introduced to their economic policy in the recent years. Since 2010 resource efficiency has been a priority development field for the European Union (EU). In 2011 European Commission published «The Roadmap to a Resource-efficient Europe» which contains recommendations for establishing resource-efficient economy in European countries. The Europe states that in the 21st century the countries will benefit by «creating more with less.»

(mckinsey.com/insights/energy_resources_materials/resource_revolution).

(europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1046_en.htm?locale=en).

The low efficiency of resource use in the Russian Federation lowers the competitiveness of home industry and does not facilitate the living standards improvement in Russia. National scale of the problem is conditioned by underdeveloped technological and managerial processes, material and technical facilities depreciation, lack of resource-efficiency traditions, the firm belief in inexhaustible resources. Such attitude needs to be changed. We need to boost resource efficiency and strict

and consistent public policies is required for improving the structure of resource consumption and more sophisticated resource processing and increasing the share of efficient technologies in all sectors.

In order to catch up with EU countries in this field, to ensure Russia's innovative development, the home economy fundamental technological modernisation needs to be carried out. This can be achieved, on the one hand, by training specialists with new competences, and, on the other hand, by establishing the innovative centres for resource efficient technologies in the system of higher education. Tomsk Polytechnic University has committed to become such a centre.

CAPABILITIES

TPU facilities will be used for establishing an integrated research and educational centre with the focus on resource efficiency issues. The centre will provide generation, concentration and dissemination of culture, knowledge and technologies in the field of resource efficiency.

TPU has potential to achieve the set goals.

TPU is the home for leading Russian research teams formed in accordance with the priority development areas of science, technology and engineering, such as geology, chemistry and chemical technology, efficiency and reliability of power generation and transmission, non-destructive testing, nuclear physics and technology, beam-plasma and electrical discharge technologies and others.

TPU encounters in its structure 7 research and educational institutions, 17 research and education centres, 68 research laboratories, including international laboratories and laboratories established in cooperation with research centres of Russian Academy of Sciences, international and national industry enterprises.

Among TPU research and teaching staff are 13 members of the Russian Academy of Sciences, 415 Doctors of Sciences and 1325 Candidate of Sciences (PhD holders).

The University supreme expert body is the International Scientific Council (ISC) headed by Dan Shechtman, Nobel Prize Laureate, Professor of Israel Institute of Technology, Technion, Israel. The Council members are 9 world renowned scientists from Canada, Germany, Austria and Switzerland. The Council is responsible for analysis, evaluation and development of recommendations on the key aspects of the University research.

TPU has advanced research and innovation infrastructure, including the research nuclear reactor (one of the two reactors available in Russian universities), network of joint use research centres, the innovation and technology

ественной экономики, обеспечиваемой, с одной стороны, подготовкой кадров с новыми компетенциями, а с другой – формированием в системе высшего образования центров инновационных идей и технологий в области ресурсоэффективности. Таким центром и стремится стать Томский политехнический университет.

ВОЗМОЖНОСТИ

Формирование на базе ТПУ единого научно-образовательного центра, сфокусированного на проблематике эффективного использования ресурсов, призвано обеспечить производство, концентрацию и распространение культуры, знаний и технологий в сфере ресурсоэффективности.

Для реализации поставленных задач в ТПУ имеются следующие возможности.

Традиции и научно-педагогические школы исторически первого технического вуза азиатской части России. В ТПУ развиваются ведущие научные школы Российской Федерации, соответствующие приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники. Среди них школы по геологии, химии и химическим технологиям, эффективности и надежности систем производства и передачи электроэнергии, неразрушающему контролю качества



материалов, ядерной физике и технике, пучково-плазменным и электроразрядным технологиям и др.

В ЗАДАЧИ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО СОВЕТА ВХОДИТ АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И ВЫРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО КЛЮЧЕВЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА.

7 научно-образовательных институтов, 17 научно-образовательных центров, 68 научно-исследовательских лабораторий, в том числе международных и совместных с исследовательскими центрами Российской академии наук, мировыми и отечественными промышленными компаниями.

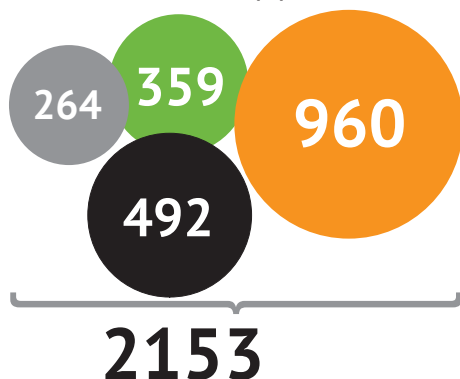
Среди научно-педагогических работников ТПУ – 13 академи-

ков и членов-корреспондентов Российской академии наук, 415 докторов и 1325 кандидатов наук.

В качестве высшего экспертного органа вуза создан Международный научный совет (МНС) во главе с нобелевским лауреатом, профессором Израильского технологического института (Технион) Даном Шехтманом. В состав МНС вошли девять ученых с мировыми именами из Канады, Германии, Австрии, Швейцарии. В задачи совета входит анализ, оценка и выработка рекомендаций по ключевым направлениям исследовательской деятельности университета.

ТПУ обладает мощной исследовательской и инновационной инфраструктурой, включающей в себя исследовательский ядерный реактор (один из двух в вузах России), сеть центров

НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ РАБОТНИКИ ТПУ (количество человек)



- профессора
- доценты
- преподаватели
- ассистенты

centre, the technology transfer centre, the technology incubator, etc. Over the past five years, the University has made a significant breakthrough in the scientific research facilities development. More than 1300 units of state-of-the-art scientific research equipment were purchased.

TPU is the leader among Russian universities in the volume of research and development works performed on contract basis. Among TPU research contractors are international organizations.

TPU offers a wide range of educational programmes designed for the demands of the key industrial sectors of economy. Educational programmes have been developed in compliance with the Federal State Educational Standards, while meeting the requirements of national and international professional organisations such as Association of Engineering Education of Russia, Washington Accord, European Network for Quality of Higher Engineering Education for Industry (ENQHEE), European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAAEE), as well as meeting the standards of international engineering certification provided by such reputable organizations as European Federation of National Engineering Associations (FEANI), World Federation of Engineering Organisations (WFEO), Asia Pacific Economic Cooperation (APEC Engineer Register), Engineers Mobility Forum (EMF).

The University has entered strategic partnership agreements with 350 companies. The University is a member of the Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research (CESAER), the Consortium Linking Universities of Science and

Technology for Education and Research (CLUSTER) and other professional organisations and associations.

TPU developed the educational module on resource efficiency; the textbook «Fundamentals of Resource Efficiency» was published. The course «Fundamentals of Resource Efficiency» was introduced for all specialities within the bachelor degree programmes. The course was piloted in spring semester 2012-2013.

europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1046_en.htm?locale=en.



For 2013-2018 TPU has developed and launched into realisation TPU Plan for Resource-Efficiency Expansion.

In 2009 TPU won in the Competition for the Universities Development Federal Programme and was awarded the status of the National Research University. The Programme stated its main goal as the University development in compliance with the international standards with focus on training qualified specialists and development of resource efficient technologies.

In July 2013 Tomsk Polytechnic University was announced as the winner and joined 15 Russian universities to receive state support to advance into the top 100 of the world university rankings. The Programme for Promoting the Competitiveness provides the establishment of the Network

Centre of Excellence in the field of resource-efficient technologies.

SIX CLUSTERS OF THE CENTRE OF EXCELLENCE

TPU main scientific and research activities are carried out within six interdisciplinary clusters: **Safe Environment**, **Sustainable Energy**, **Medical Engineering**, **The Planet Resources** being the basic clusters, while Cognitive Systems and Telecommunications and Social Sciences and Humanities in Engineering are supplementary clusters.

SAFE ENVIRONMENT

The projects are being implemented within the Safe Environment cluster are «**Materials for Extreme Conditions**» and «**New Generation Tomographic Technologies and Complexes for Non-destructive Testing**».

The first project involves the development of structural materials for spacecraft based on modern lightweight, high-strength glass and carbon fibre reinforced plastics, radiation-resistant protective materials and nano-coatings. State-of-the-art lined (protective) materials, filled with nanoparticles, have two or three times increased wear resistance and are being developed for exploitation in Arctic.

In collaboration with BISS Ltd.

коллективного пользования современным научным оборудованием, инновационно-технологический центр, центр трансфера технологий, технологический инкубатор и т. д. Университет за последние пять лет совершил настоящую революцию в развитии материально-технической базы научных исследований. За этот период приобретено свыше 1300 единиц современного научного оборудования на сумму более 2 млрд руб.

По объемам внебюджетных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), в том числе из зарубежных источников, ТПУ занимает лидирующее положение среди российских университетов. Всего в 2014 году по контрактам и договорам, а также госпрограммам вуз выполнил исследований и разработок на сумму 2 млрд руб.

Образовательная деятельность в ТПУ осуществляется в рамках многоуровневой системы по широкому спектру образовательных программ в интересах развития ключевых отраслей экономики России. Образовательные программы разработаны на основе федерального государственного образовательного стандарта с учетом требований национальных и международных общественных профессиональных организаций, таких как Ассоциация инженерного образования России, Washington Accord, ENQHEEI, ENAEE, а также критериев международной сертификации профессиональных инженеров FEANI, WFEO, APES Engineering Register, EMF.

Университет имеет договоры о стратегическом партнерстве с 350 предприятиями. Среди них ОАО «Газпром», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева», ГК

«Росатом», ООО «Томскнефтехим», АК «Базовый элемент», ОАО АК «Транснефть», ОАО «Системный оператор ЕЭС», ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация», ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева», ФГУП «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» и др.

Университет является членом Ассоциации ведущих европейских университетов в области инженерного образования и исследований (CESAER), Консорциума ведущих европейских и азиатских технических университетов (CLUSTER) и др.



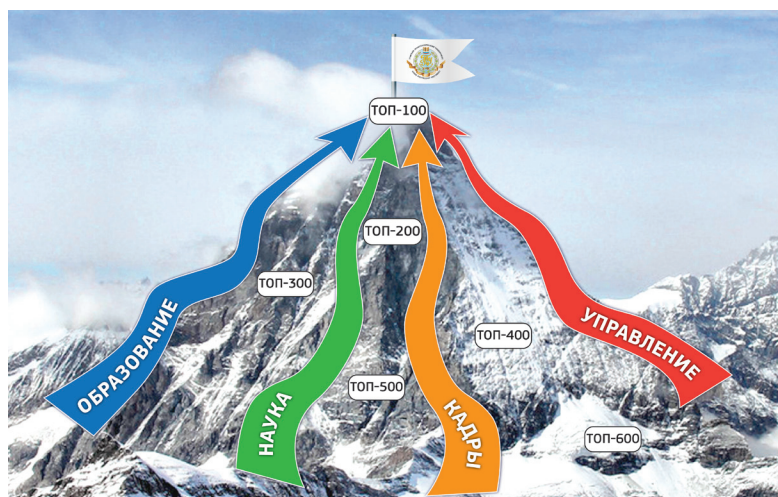
В ТПУ разработан образовательный модуль «Ресурсоэффективность», подготовлено и издано учебное пособие «Основы ресурсоэффективности», введена в учебные планы (для всех специальностей и направлений бакалавриата) факультативная учебная дисциплина с аналогичным названием. Преподавание дисциплины «Ос-

новы ресурсоэффективности» началось в весеннем семестре 2012/13 уч. года.

В октябре 2012 года Ученым советом ТПУ утверждена Программа развития ресурсоэффективности Национального исследовательского Томского политехнического университета на период 2013–2018 гг.

В 2009 году ТПУ победил в федеральном конкурсном отборе программ развития университетов, в отношении которых устанавливается категория «национальный исследовательский университет». Ключевой целью программы ТПУ было заявлено **становление вуза как университета мирового уровня, ориентированного на кадровое обеспечение и разработку технологий для ресурсоэффективной экономики.**

В июле 2013 года Томский политехнический университет вошел в число **15 российских вузов, ставших победителями конкурса на получение государственной поддержки для вхождения в топ-100 мировых рейтингов.** Программа повышения глобальной конкурентоспособности предусматривает создание на базе ТПУ **сетевого междисциплинарного Центра превосходства в области ресурсоэффективных технологий.**



(India), a member of Instron Corporation, TPU established the first centre in Russia to develop new techniques of products designed for extreme conditions life testing. Superhard coatings with high resistance to cracking are being developed in collaboration with the University of West Bohemia (Czech Republic).

Multifunction tomographic systems are developed for non-destructive testing. The complexes use different types and sources of radiation, such as cyclic induction accelerators (betatrons), ultrasound, thermography, X-ray and electromagnetic radiation.

SUSTAINABLE ENERGY

The core project within the cluster is titled **«Smart Grids Hybrid Modelling and Management»**. This project is aimed at developing technologies to improve the electric power systems reliability and sufficient reduction of the number of power supply failures as well as minimisation of losses in case of their occurrence. Hybrid modelling is now actual research trend. TPU research on electric power systems hybrid modelling is unparalleled in the world.

MEDICAL ENGINEERING

The core project within this cluster is titled **«Development of Innovative Diagnostic and Therapeutic Agents for Nuclear Medicine»**. This project is focussed on the development of new, globally competitive radiopharmaceuticals and devices, as well as medical radiology methods for cancer and cardiovascular diseases diagnosis and treatment.



One of the areas of research within this cluster is the development of radiopharmaceuticals for early diagnosis of cancer based on technetium-99m labelled nanokolloid gamma alumina to identify «sentinel» lymph nodes, which serve as «traps» for cancer cells. The University is developing the software complex for intraoperative radiation therapy of malignant tumours. This new method will provide precision treatment of diseased tissue directly during surgery, thus minimising the impact of a charged particle beam on healthy cells. This complex is being designed on the basis of betatrons developed at the University.

We are also implementing projects in the field of biocompatible materials conforming to the highest international standards. These coatings are unique - they serve as transport containers for radiopharmaceuticals delivery.

THE PLANET RESOURCES

Research fields within the cluster embrace resource efficient subsurface resources management, space geology; «Clean Water» (integrated solutions for water conditioning, water treatment and water management).

The key project is **«Unconventional Oil and Gas Reservoirs»**.

Enhanced oil recovery is one of the most urgent issues of the oil and gas industry in Russia and other countries. Russia can become the world leader in the production of hard to recover hydrocarbons. For that purpose new technologies need to be developed.

The University researchers developed and tested the methodology for determining the ultralow permeability disintegrated rock porosity and the nature of the pore space saturation of ultralow permeability rocks. The researchers built the system for determining the permeability of rock samples of ultralow permeability rocks.

Another project implemented within the cluster is titled **«Study of Siberian Arctic Ocean Shelf as the Planet-Wide Source of Greenhouse Gases and Gas Hydrates: quantitative assessment of streams and identification of possible environmental and climate impacts»**.

The project is supported with funding from the Government of the Russian Federation and is led by Igor Semiletov, Professor the University of Alaska, USA.

ШЕСТЬ КЛАСТЕРОВ ЦЕНТРА ПРЕВОСХОДСТВА

Центр превосходства в области ресурсоэффективных технологий ТПУ создается для концентрации научной деятельности на тех направлениях, которые востребованы глобальной повесткой дня.



Основные научные исследования ТПУ сосредоточены в рамках шести междисциплинарных кластеров, из которых четыре – базовые: **«Безопасная среда»**, **«Устойчивая энергетика»**, **«Медицинская инженерия»**, **«Ресурсы планеты»**, и два – обеспечивающие: **«Когнитивные системы и коммуникации»** и **«Социально-гуманитарные технологии инженерной деятельности»**.

«БЕЗОПАСНАЯ СРЕДА»



В рамках кластера «Безопасная среда» реализуются два проекта: **«Создание материалов для эксплуатации в условиях космоса, гидрокосмоса, Арктики»** и **«Технологии и комплексы томографического неразрушающего контроля нового поколения»**.

Первый проект предусматривает создание конструкционных материалов для космических аппаратов на основе современных легких, высокопрочных стекло- и углепластиков, радиационно-стойких защитных материалов и нанопокровов. Эти материалы в совокупности с современными подходами к проектированию конструкций на их основе найдут применение при строительстве не только авиакосмических аппаратов, но и подводной техники. Для работы в условиях Арктики разрабатываются современные футерованные (защитные) материалы, наполненные наночастицами, с повышенной в 2-3 раза износостойкостью. Композитные функционально градиентные алюмоматричные материалы моделируются и создаются для обеспечения комплекса требуемых свойств в различных областях применения.

Совместно с BISS Ltd. (Индия), входящей в корпорацию Instron (с которой имеется опыт плодотворного сотрудничества в течение нескольких последних лет), создается не имеющий аналогов в России центр и разрабатываются новые методики ресурсных испытаний конструкций и изделий, предназначенных для работы в сложных и экстремальных условиях. Новые методики основаны на уникальных подходах, развитых в рамках ведущей научной школы Российской Федерации «Физическая мезомеханика» (руководитель профессор ТПУ, академик РАН Виктор Панин).

Совместно с коллегами из University of West Bohemia (Чешская республика) ведется разработка сверхтвердых покрытий с повышенной стойкостью к трещинообразованию. Разработка подобных покрытий, сочетающих в себе такие «несовместимые» свойства, как высокая твердость и эластичность, основана на использовании в составе нанокмполитов двойных, тройных и многоэлементных нитридов, карбидов, оксидов, боридов и их комбинаций.

Многofункциональные томографические комплексы предназначены для неразрушающего контроля различных материалов и изделий. Их отличительной особенностью является способность реконструировать объемное изображение исследуемого объекта с подробной визуализацией внутренней структуры. При этом в комплексах используются различные виды и источники излучения: циклические индукционные ускорители (бетатроны), ультразвук, термография, рентгеновское и электромагнитное излучение. Сфера применения: авиационная, космическая промышленность, точное машиностроение и многие другие.

«УСТОЙЧИВАЯ ЭНЕРГЕТИКА»



COGNITIVE SYSTEMS AND TELECOMMUNICATIONS

The key project within this cluster is **«Telecommunication Systems for Monitoring and Control of Autonomous Underwater Robots»**.

Unmanned underwater vehicles (AUV) are ships which help mankind conquer deep seas. Tomsk Polytechnic University intends to actively participate in creating the new generation of underwater vehicles that will be lighter and more robust than their predecessors. Since underwater vehicles are equipped with betatron introsopes, AUVs will become a critical tool for the survey of the underbody of oil and gas platforms, pipelines and drilling tools without exposing them to the surface.

TPU has many years' experience in development and large scale implementation of geographically distributed systems of monitoring, communication and control. In 2003 this work was acknowledged by the Award of the Russian Federation Government. The cluster carries out research and development to design geographically distributed systems of monitoring, alerting and management. The research is performed to optimise the management of multi-side operations on the basis of geographic information systems, and to develop resource-saving software and hardware solutions for CALS-based rocket and space technologies, etc.

SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES IN ENGINEERING

The main directions of the

cluster are **«Social sciences and humanities component of engineering»**, **« Mechanisms of technical innovations initiation and engineering forethought»**.

Research within the cluster is focused on the development of new approaches to engineering education, in which the social and humanitarian component is not a supplement but the key aspect to professional competences of a modern engineer.

The project «Measurement and analysis of quality (condition) of the human environment in resource extraction regions of Siberia: ecological, socio-economic, institutional and technological aspects» aims at developing solutions to create models for sustainable development of the resource regions and management of regional economic development.

The project «Assessment of Improving of Well-being of Elderly People» is funded with the grant assigned by the Russian Government Decree No. 220, and is carried out in collaboration with Fabio Casati, Professor of the University of Trento, Italy.

The Elderly People's Well-Being Improvement Technologies International Laboratory is established to support the project.

Another project within the cluster is aimed at solving the problems of sustainable development for urban environment and creation of eco-cities.

CONCLUSION

TPU development as the Centre of Excellence in the field of resource-efficient technologies is an essential, if not the only

condition for improving its competitiveness in the global scientific and educational arena.

Tomsk Polytechnic University has made its focus on the resource efficiency which was enabled by our scientific research potential and extensive research and development in this field. The scientific and educational capacities of Tomsk Polytechnic University will allow us to funnel research activities to the key research areas in line with the modern world trends.

The term «Centre of Excellence» is consistently used to define a competitive research institution that has, in particular, research, laboratory and technological facilities of the world standards as well as highly qualified specialists who can ensure that their country is leading in the most important fields of science and technology.

Our University successfully combines modern educational programmes and technologies with breakthrough research, attracts the best Russian and foreign research and academic specialists, engages the most talented high school graduates, young students and researchers. We are committed to further development of our research, academic and social infrastructure, establishing strategic partnerships with global leading industrial companies and fostering cooperation with the institutions of the Russian Academy of Sciences and the leading international research and education centres. All this will propel TPU development as a world class elite University. This is what Tomsk Polytechnic University truly deserves.



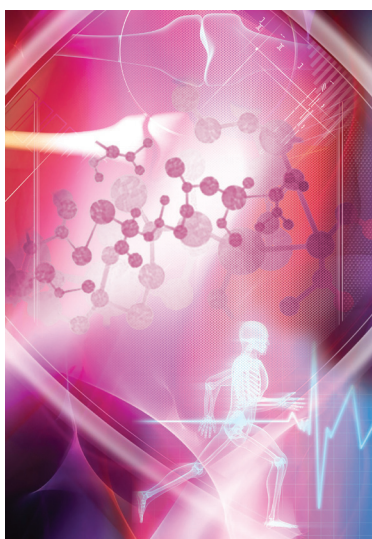
Кластер концентрирует исследовательскую активность сотрудников ТПУ в области гибридного моделирования в энергетике и ресурсоэффективной генерации. Ключевой проект в рамках этого кластера – **«Гибридное моделирование и управление в интеллектуальных энергосистемах»**.

Он предполагает разработку эффективных технологий управления сложными динамическими электроэнергетическими системами на основе гибридного подхода к их моделированию, современных устройств защиты и автоматики, интеграции в

В мировой науке гибридное моделирование сейчас очень популярно. Но что касается моделирования именно электроэнергетических систем, и особенно предложенного ТПУ подхода к гибриднему моделированию, то здесь разработки вуза имеют мировое лидерство.

В области управления интеллектуальными энергосистемами серьезные заделы есть у партнера по мегапроекту – Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, который является одним из ведущих мировых центров в этой области.

«МЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»



КЛАСТЕР КОНЦЕНТРИРУЕТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ АКТИВНОСТЬ СОТРУДНИКОВ ТПУ В ОБЛАСТИ ГИБРИДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОЙ ГЕНЕРАЦИИ.

моделирующий комплекс различных физических устройств (силовых элементов и устройств управления), совершенствования программного обеспечения комплекса. Разрабатываемые в данном проекте технологии и средства их реализации позволяют повысить надежность электроэнергетических систем, радикально уменьшить количество крупных аварий и минимизировать потери при их развитии.

В ТПУ ведется исследовательская работа по созданию биологически совместимых

материалов, разработке радиационных технологий в биоинженерии, электрофизических биомедицинских комплексов. Ключевым является проект **«Создание инновационных диагностических и терапевтических средств для медицинской радиологии»**. Он предполагает разработку новых, конкурентноспособных на мировом рынке радиофармпрепаратов, устройств и методик медицинской радиологии для диагностики и терапии онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний.

В ТПУ ВЕДЕТСЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ПО СОЗДАНИЮ БИОЛОГИЧЕСКИ СОВМЕСТИМЫХ МАТЕРИАЛОВ, РАЗРАБОТКЕ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БИОИНЖЕНЕРИИ, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ БИОМЕДИЦИНСКИХ КОМПЛЕКСОВ.

По заявлениям ведущих онкологов, избавить население планеты от такого недуга, как онкологические заболевания, в ближайшей перспективе будет невозможно, поскольку свойство мутации живых клеток заложено в самой природе человека. В этой связи особую актуальность приобретает поиск эффективных методов ранней диагностики заболеваний и их эффективного лечения. Одним из направлений исследований, которое развивает ТПУ в кластере «Медицинская инженерия», является создание радиофармпрепарата для ранней диагностики онкологических заболеваний на основе меченого технецием-99m нанокolloидного гамма-оксида алюминия для выявления «сторожевых» лимфатических узлов, своего рода «капканов» для злокачественных клеток. Разрабатываемый препарат в 5–10 раз активнее накапливается в сторожевых лимфатических узлах по сравнению с зарубежными-

ми аналогами. В настоящее время выявление «сторожевых» лимфатических узлов является основой органосохраняющих операций в онкологии. От 30 до 50 % пациентов со злокачественными новообразованиями не имеют метастазов в лимфатические узлы. В этой связи внедрение технологий выявления сторожевых лимфатических узлов позволит только в России улучшить качество жизни 100-120 тыс. пациентов.

Создаваемый в университете автоматизированный программный комплекс для интраоперационной лучевой терапии злокачественных новообразований позволит точно воздействовать на пораженные ткани непосредственно во время операции, минимизируя тем самым воздействие пучка заряженных частиц на здоровые клетки организма. Этот комплекс реализуется на базе созданных в университете малогабаритных бетатронов.

Разработки мирового уровня создаются и в области биосовместимых материалов. Например, биосовместимые полимерные покрытия на медицинские изделия. Уникальность этих покрытий заключается в том, что они являются своего рода «транспортными контейнерами» для доставки лекарственных препаратов. Так, эти

покрытия прошли успешную апробацию на конструктивных элементах аппаратов Илизарова. Применение наших покрытий позволяет существенно сократить риски возможных осложнений и уменьшить сроки восстановления пациентов. Следующий шаг – это создание в партнерстве с томским НИИ кардиологии и промышленными партнерами (ООО «Ангиолайн», г. Новосибирск) сосудистого стента с биодеградируемым покрытием, содержащим химически модифицированный наноматериал, обладающий антагонистическими свойствами по отношению к структуре атеросклеротической бляшки.

«РЕСУРСЫ ПЛАНЕТЫ»



Направления кластера: ресурсоэффективное недропользование, космогеология; «Чистая вода» (комплексные решения по водоподготовке, водоочистке и эксплуатации водных ресурсов).

Ключевой проект: **«Комплексное исследование нетрадиционных коллекторов нефти и газа».**

В РОССИИ ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАПАСОВ ОТНОСИТСЯ К КАТЕГОРИИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ.

Наиболее полное извлечение нефти и газа на месторождениях, повышение нефтеотдачи пластов – это одна из актуальнейших задач нефтегазовой отрасли России и мира. Сегодня российские нефтяники и газовики активно финансируют разработку и внедрение новых технологий добычи «трудной» нефти. В России основная часть нефтегазовых запасов относится к категории трудноизвлекаемых. При этом ведущие эксперты считают, что Россия может стать мировым лидером по добыче трудноизвлекаемых углеводородов, для чего в первую очередь необходимо развитие новых технологий.



ТПУ ВЗЯЛСЯ ЗА РЕШЕНИЕ ДОСТАТОЧНО АМБИЦИОЗНОЙ ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ (УЛЬТРАНИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ, ТРЕЩИНОВАТО-КАВЕРНОЗНЫХ) МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА.

ТПУ взялся за решение достаточно амбициозной задачи комплексного исследования нетрадиционных (ультранизкопроницаемых, трещиновато-кавернозных) месторождений нефти и газа. Политехниками созданы и апробированы методики определения пористости ультранизкопроницаемых дезинтегрированных пород, характера насыщения порового пространства ультранизкопроницаемых пород, построена установка для определения проницаемости образцов ультранизкопроницаемых пород методом стационарной фильтрации газа, разработаны методические рекомендации по лабораторно-аналитическому



обеспечению работ бассейнового моделирования нефтяных систем и т. д.

В рамках кластера выполняется проект **«Сибирский арктический шельф как источник парниковых газов планетарной значимости: количественная оценка потоков и выявление возможных экологических и климатических последствий»**. Проект реализуется при под-

держке гранта Правительства РФ по постановлению № 220 под руководством профессора Университета Аляски (США) И.П. Семилетова.

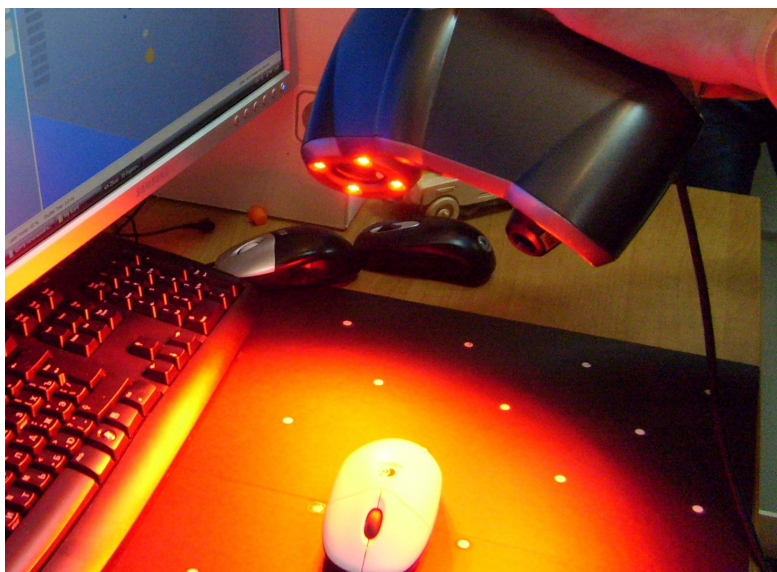
«КОГНИТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ»

В рамках кластера ведется разработка когнитивных программно-аппаратных комплексов с высокопроизводительной обработкой данных, беспроводных телекоммуникационных систем и технологий.

Ключевой проект: **«Телекоммуникационные системы мониторинга и управления для автономных подводных роботов»**.

Автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) – это своего рода корабли, с помощью которых человечество все активнее проникает в гидрокосмос. Мировой океан покрывает $\frac{3}{4}$ поверхности нашей планеты, в нем сосредоточены колоссальные минеральные и биологические ресурсы, с необходимостью более масштабного использования которых человечество столкнется в ближайшее время. Томский политехнический университет намерен активно участвовать в создании нового поколения





подводных аппаратов, которые будут легче и прочнее предшественников. У нас есть сильные школы материаловедов, которые предлагают для АНПА новые конструкционные материалы (композитные, армированные и др.). ТПУ является разработчиком первых в мире малогабаритных бетатронов, широко используемых для неразрушающего контроля материалов и изделий, досмотровых комплексов. Оснащение подводных аппаратов бортовым бетатронным интроскопом делает АНПА незаменимым в обследовании подводной части нефтегазовых платформ, трубопроводов, бурового инструмента без подъема их на поверхность.

Информативность и качество проводимых с помощью АНПА исследований шельфа, глубо-

ТПУ ЯВЛЯЕТСЯ РАЗРАБОТЧИКОМ ПЕРВЫХ В МИРЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ БЕТАТРОНОВ, ШИРОКО ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ, ДОСМОТРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ.

ководных участков морей и океанов, мониторинга подводной обстановки на логистических маршрутах во многом определяются бортовым информационно-измерительным комплексом и его сенсорикой. В создании новых прецизионных датчиков и измерительных устройств для АНПА мы уже работаем в содружестве с другими университетами и приборостроительными предприятиями города Томска.



Перед кибернетиками ТПУ стоит задача развития навигационно-телекоммуникационной системы управления подводными аппаратами на основе интеграции гетерогенных каналов связи (гидроакустических, радио, спутниковых), а также постановка и решение принципиально новых задач управления группами АНПА. Здесь тоже не без заделов. Есть в ТПУ многолетний опыт создания и широкомасштабного внедрения территориально распределенных систем мониторинга, связи и управления. Эта работа в 2013 году удостоилась премии Правительства Российской Федерации.

Работы над проблематикой АНПА ведутся в сотрудничестве с Институтом проблем морских технологий (ИПМТ) ДВО РАН. Его возглавляет выпускник ТПУ член-корреспондент РАН Л.А. Наумов. В 2014 году при ТПУ открыта совместная с ИПМТ лаборатория телекоммуникаций, приборостроения и морской геологии.

В рамках кластера в вузе также ведутся научные исследования и разработки по созданию территориально распределенных систем мониторинга, оповещения и управления, оптимизации управления распределенными производствами на основе геоинформационных систем, разработке ресурсосберегающих программно-технических решений для создания ракетно-космической техники на базе CALS-технологий и др.

«СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Основные направления кластера: «Социально-гуманитарный контекст инженерной деятельности», «Механизмы возникновения технических инноваций»



и формирование инженерного предвидения».

Исследования в рамках кластера направлены на разработку новых подходов к инженерному образованию, при которых социально-гуманитарная составляющая системы подготовки современного инженера является не дополнением, а ключевым условием профессиональной компетенции специалиста. Большое значение придается реализации междисциплинарных образовательных программ и курсов по инженерному творчеству, социальной ответственности инженера, управлению и инжинирингу в социотехнических системах, экоинжинирингу и экокультуре, инжинирингу устойчивого развития и т. д.

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНОГО КОНТЕКСТА ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕАЛИЗУЮТСЯ В РЯДЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ПРОЕКТОВ.

Научные исследования социально-гуманитарного контекста инженерной деятельности реализуются в ряде междисциплинарных проектов. Проект **«Измерение и анализ качества (состояния) среды обитания человека в ресурсодобывающих регионах Сибири: экологический, социально-экономический, институциональный и технологический аспекты»** направлен на выработку решений

для создания моделей устойчивого развития ресурсодобывающих регионов и практического управления процессами развития региональной экономики.

Проект **«Оценка улучшения благополучия пожилых людей»** выполняется на средства гранта по Постановлению Правительства Российской Федерации № 220 совместно с профессором университета



Тренто (Италия) Фабио Касати. Для реализации проекта создана Международная научно-образовательная лаборатория технологий улучшения благополучия пожилых людей, сотрудники которой работают над разработкой программных продуктов, стимулирующих физическую, интеллектуальную, коммуникационную активность людей старшего поколения.

Еще один проект направлен на решение проблем **устойчивого развития городской среды и создания экогородов**, который реализуется в рамках концепции ресурсоэффективности совместно с зарубежными партнерами (университет Сорбонна, Франция).

В ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие ТПУ как центра превосходства в области ресурсоэффективных технологий является необходимым, если не единственным, условием повышения его конкурентоспособности на мировом научно-образовательном рынке.

Томский политехнический университет сделал ставку на ресурсоэффективность потому, что нашими учеными создан приличный задел исследований и разработок в этой области. По многим направлениям эти исследования и разработки соответствуют мировому уровню. У вуза достаточно тесные связи с промышленностью, ежегодно он получает заказы на НИОКР на сумму свыше миллиарда рублей. Научно-образовательный потенциал Томского политехнического позволяет сконцентрировать исследовательскую деятельность на ключевых направлениях, соответствующих современным мировым тенденциям.

«Центры превосходства» (Centers of excellence) – это устойчивое определение кон-



ДЛЯ ТОГО ЧТОБЫ БЫТЬ ЦЕНТРОМ ПРЕВОСХОДСТВА, НУЖНО ИМЕТЬ ПРИЗНАНИЕ В МИРЕ, ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ВЕС И АВТОРИТЕТ В МЕЖДУНАРОДНОМ АКАДЕМИЧЕСКОМ СООБЩЕСТВЕ. ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ СТРЕМИТСЯ К ТАКОМУ СТАТУСУ.

курентоспособной научно-исследовательской организации, обладающей, в частности, научно-лабораторной и технологической базой мирового уровня и высококвалифицированным персоналом, которые могут обеспечить приоритет стране по самым важным направлениям развития научно-технологического комплекса. Для того чтобы быть центром превосходства, нужно иметь признание в мире, определенный вес и авторитет в международном академическом сообществе.

Томский политехнический стремится к такому статусу.

Сочетание современных образовательных программ и технологий и прорывных актуальных исследований, привлечение лучших российских и иностранных научно-педагогических кадров, наиболее талантливых выпускников школ, молодых студентов и научных сотрудников, дальнейшее развитие научно-образовательной и социальной инфраструктуры, стратегическое партнерство с ведущими промышленными компаниями мира, сотрудничество с институтами Российской академии наук и лучшими зарубежными научно-образовательными центрами – все это должно придать вузу мощный импульс на пути в мировую университетскую элиту. Только такого пути достоин Томский политехнический.

